Zitteliana	20	Hagn/Herm-Festschrift	123–132	München, 31. 12. 1993	ISSN 0373-9627

Kretazische Grünalgen aus Flachwassergesteinen der Nördlichen Kalkalpen: Ein Überblick

Von

FELIX SCHLAGINTWEIT*)

Mit 2 Abbildungen, 2 Tabellen und 2 Tafeln

KURZFASSUNG

Der gegenwärtige Kenntnisstand über kretazische Grünalgen (Dasycladaceen, Udoteaceen) in den Nördlichen Kalkalpen (NKA) wird vorgestellt. Grünalgen-führende karbonatische Flachwassergesteine mit geringem siliziklastischen Einfluß treten in der kalkalpinen Kreide nur in geringen Mächtigkeiten und mit diskontinuierlicher Verbreitung (zeitlich und räumlich) auf. Dies ist mit ein Grund dafür, warum die Diversitäten, im Vergleich zu anderen peri-mediterranen Karbonatplattformen, deutlich geringer sind. Ihre Vorkommen im Lerchkogelkalk (Berrias), allochthonen Urgonkalken (Barreme-Alb), den Branderfleck-Schichten (Cenoman-Turon, ?Coniac) und der Gosau (?Turon, Coniac-Santon) wird im Zusammenhang mit dem kompressiven Geschehen der kretazischen, alpinen Orogenese gesehen. Flachwassergesteine sind aus dem Zeitbereich Valangin-Hauterive im Bereich der NKA nicht überliefert. Im Intervall Campan-Maastricht (höhere Gosau) sind solche zwar bekannt, jedoch sind aus diesen bislang keine Grünalgen beschrieben worden. Das oftmals allochthone Vorkommen (Gerölle, Olistolithe) limitiert ihre biostratigraphische Verwertbarkeit.

ABSTRACT

The present state of knowledge on alpine Cretaceous chlorophycean algae (Dasycladaceae, Udoteaceae) is presented. Chlorophycean bearing neritic limestones occur only in small thicknesses and discontinuously (time and space) in the alpine Cretaceous. This fact accounts for the small diversities in comparisons to Cretaceous carbonate platforms of the perimediterranean region. They are reported from the Lerchkogel Limestone (Berriasian), allochthonous Urgonian limestones (Barremian-Albian), the Branderfleck Formation (Cenomanian-Turonian, ?Coniacian) and the Gosau Formation (?Turonian, Coniacian-Santonian). There is a lack of these organisms during the Valanginian-Hauterivian and the Campanian-Maastrichtian interval. In summary, their occurrences and structural setting is related to the compressive Cretaceous orogeny of the Eastern Alps. Furthermore, the often allochthonous occurrences (pebbles, olistoliths) restrict their biostratigraphic significance.

1. EINLEITUNG

In den Nördlichen Kalkalpen (NKA) sind Grünalgen, i. w. Dasycladaceen, in den triadischen Riff- und Plattformkarbonaten weit verbreitet und schon seit längerer Zeit aus dem Wettersteinkalk (Ladin), Dachsteinkalk (Nor-Rhät) und den Oberrhät-Riffkalken bekannt und beschrieben worden (z. B. OTT 1967). Mit der Subsidenz der Karbonatplattformen („drowning“) im tieferen Jura verschwinden auch die Kalkalgen in den überlieferten Sedimenten. Durch die ersten kompressiven Bewegungen im Oberjura (Oxford/Kimmeridge) kamen durch tektonisches Uplifting im mittleren Abschnitt der NKA (Juvavikum) lokal Bereiche wieder in flach-

*) Dr. FELIX SCHLAGINTWEIT, Lerchenauerstr. 167, D-80935 München

marines Niveau. In diesen Plassenkalken sind Dasycladaceen ein häufiges Florenelement (z. B. STEIGER & WURM 1980), eine monographische Bearbeitung dieser jurassischen Kalkalgen steht allerdings noch aus.

Die Kenntnis über das Vorkommen von Grünalgen in kretazischen Sedimenten der Kalkalpen ist noch recht gering und basiert im wesentlichen auf Arbeiten der letzten 10 Jahre. Anstehende Flachwasserkalke waren lange Zeit nur aus der oberkretazischen Gosau-Formation (z. B. KLINGHARDT, 1939: „Krönner-Riff") und dem Lerchkogelkalk, der früher noch als Nor angesehen wurde (HAHN 1910), aufgrund neuerer stratigraphischer Erkenntnisse aber in das Tithon-Berrias einzustufen ist (FERNECK 1962; DARGA & SCHLAGINTWEIT 1991), bekannt. Allochthone Flachwassergesteine (mit Grünalgen) aus der höheren Unterkreide (Urgonfazies) und der Mittelkreide wurden erst durch die Arbeiten von GAUPP (1980) und HAGN (1982) entdeckt und als solche erkannt. Dies mag u. a. daran gelegen haben, daß bei früheren Bearbeitern bevorzugt die „exotischen" Kristallinkomponenten bei qualitativen Geröllanalysen im Blickpunkt des Interesses standen. Die Bedeutung dieser resedimentierten Flachwassergesteine für die Rekonstruktion der kretazischen Orogenese der Ostalpen ist erstmalig durch die Arbeiten von GAUPP (1980) und HAGN (1982) herausgestellt worden.

In der vorliegenden Arbeit soll ein komprimierter Überblick über das Vorkommen von Grünalgen in kalkalpinen Flachwassergesteinen der Kreidezeit gegeben werden.

DANK

Den folgenden Herren danke ich für die Einsichtnahme ihres Probenmaterials bzw. die Zuverfügungstellung einiger Vergleichsproben: Prof. Dr. H. HAGN, Prof. Dr. K. F. WEIDICH †, Dr. R. DARGA, Dr. O. LEISS, Dipl.-Geol. H. VON ROCHOW, Dipl.-Geol. O. EBLI (alle München) und Dr. J. HARLOFF (Stuttgart). Herrn Dr. M. WAGREICH (Wien) danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

2. VORKOMMEN KRETAZISCHER GRÜNALGEN IN DEN NÖRDLICHEN KALKALPEN

Aufgrund noch bestehender systematisch-taxonomischer Unsicherheiten bei einigen Gruppen/Formen (Thaumatoporellen, *Bacinella/Lithocodium*, einige Mikroproblematika), beschränken sich die Ausführungen in der vorliegenden Arbeit auf die Dasycladaceen und Udoteaceen.

Bislang sind aus der alpinen Kreide 13 Gattungen und 22 Arten von Dasycladaceen bekannt gemacht worden (Tab. 1). In dieser Aufstellung findet die Gattung *Acicularia* D'ARCHIAC aufgrund der nicht nachvollziehbaren Artaufsplitterung keine Berücksichtigung. Die auftretenden Udoteaceen gehören zu den Gattungen *Arabicodium* ELLIOTT, *Boueina* TOULA und *Halimeda* LAMOUROUX. Ein Endemismus ist zu keiner Zeit nachweisbar.

2.1 LERCHKOGELKALK

Im Lerchkogelkalk des Dietrichshorns wurden von DARGA & SCHLAGINTWEIT (1991) 6 Mikrofaziestypen (MF-Typen) unterschieden, in denen Dasycladaceen omnipräsent sind. Die

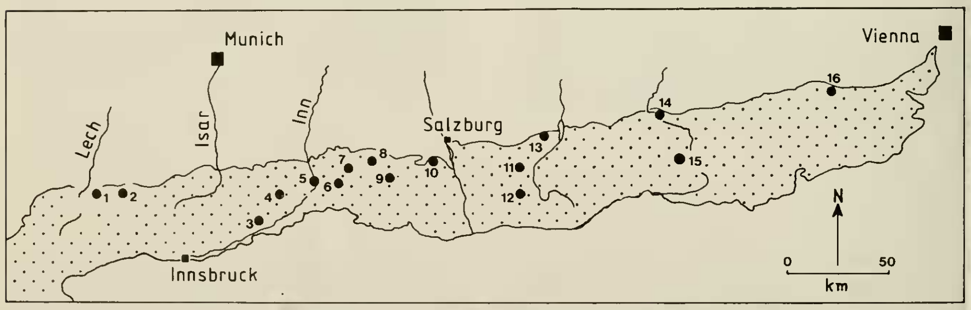


Abb. 1: Lokalitäten mit Vorkommen kretazischer Grünalgen in den Nördlichen Kalkalpen, zusammengestellt aus den Zitaten im Schriftenverzeichnis. Lerchkogelkalk: Dietrichshorn (9); Urgonkalke: Thierseemulde (4), Kohlenbach (6), Oberwössen (7), Florianiberg und Oberaudorf (5), Klausbach/Langbathzone (13), Losenstein (14); Branderfleck-Schichten: Branderschrofen (1), Linderhof (2), Urschlauer Achen (8); Gosau-Schichten: Brandenberg und Pletzachalm (3), Lattengebirge (10), Weißwasser/Unterlaussa (15), Lilienfeld (16), Strobler Weißenbach/St. Wolfgangsee (11), Pass Gschütt/Gosau (12).

Fazies läßt sich einem restriktiv-lagunären, internen Plattformbereich zuordnen. Als Besonderheit ist das gemeinsame Vorkommen von *Zergabriella embergeri* (BOUROULLEC & DELOFFRE) und *Macroporella? praturloni* DRAGASTAN in Foraminiferen-Algen-Onkoidkalken hervorzuheben (Taf. 1, Fig. 1-4). Dieser Faziestyp ist als Bildung eines lagunären Küstenbereichs mit brackischen Einflüssen anzusehen. Die paläobiogeographische Bedeutung von *Z. embergeri* (BOUROULLEC & DELOFFRE) liegt in ihrer Beschränkung auf den ehemaligen Nordrand der Tethys (= province nord-mésogéene, PÉLISSIE et al. 1982). Das Vorkommen im Lerchkogelkalk der Nördlichen Kalkalpen stellt die räumliche Verbindung zwischen der westlichen Tethys (Spanien, Pyrenäen, S-Frankreich, Sardinien) zum Balkan und der Krim dar (vgl. Abb. 1 D bei PÉLISSIÉ et al. 1982). Mit Hilfe von Kalkalgen und benthonischen Großforaminiferen ist für den Lerchkogelkalk ein Tithon-Berrias-Alter gesichert (DARGA & SCHLAGINTWEIT 1991). Ein Hinaufreichen in das Valangin, wie es FERNECK (1962) angibt, ist bislang nicht nachgewiesen. Möglicherweise ist aber ein Zusammenhang zwischen dem mit den Rossfeld-Schichten einsetztenden Sedimentationsumschwung im oberen Valangin (WEIDICH 1990) und dem Ende der karbonatischen Plattformentwicklung der Lerchkogelkalke gegeben. Weitere Untersuchungen hierzu, wie beispielsweise eine stratigraphische Detailgliederung von Profilen auf der Basis von Mikrofossilien, wären wünschenswert.

Nach TOLLMANN (1987 a) fand die Sedimentation der Lerchkogelkalke und liegenden Loferer-Schichten am Top einzelner Hallstätter Schollen im mittleren Kalkalpenabschnitt statt, die gravitativ in das Becken der Oberalmer-Schichten einglitten. Als Ursache für diese Zerlegung des triassischen Kalkalpensüdrandes wird nach neueren plattentektonischen Vorstellungen die Schließung des Vardarozeans im Süden durch Kollision interpretiert (Diskussion in TOLLMANN 1987 b).

2.2 URGONKALKE

Nach einer Überlieferungslücke im Valangin-Hauterive (vgl. Abb. 2) sind in den Nördlichen Kalkalpen erst wieder im Barreme Flachwassergesteine („Urgon-Fazies") bekannt. Aus den vermutlich jüngeren Anteilen der klastischen Rossfeld-Schichten (Valangin-unteres Apt) finden sich gelegentlich Reste von typischen Flachwasserorganismen wie *Bacinella/Lithocodium* oder die Rotalge *Archaeolithothamnium rude* LEMOINE, aber keine Grünalgen. Diese Vorkommen werden im Zusammenhang mit der Installation einer Urgonfazies-Entwicklung (Oberes Barreme-Alb/?tieferes Cenoman) am Kalkalpensüdrand als Folge der Kollission bzw. teilweisen Obduktion der Vardarzone gesehen (SCHLAGINTWEIT 1991 a). Die Mikrofaziesanalyse der allochthonen Urgonkalke (Gerölle, Olistolithe, allodapische Kalke) erbrachte 29 verschiedene MF-Typen, von denen 11 Dasycladaceen enthielten. Grünalgen finden sich verbreitet in Geröllen mit Oberbarreme- bis Oberapt-Alter. Im Alb ist das Vorkommen von Grünalgen auf Vertreter der Gattung *Neomeris* LAMOUROUX und Reste von *Boueina* TOULA beschränkt. In den Faziestypen mit Alb-Alter finden sich vor allem Rotalgen, wie beispielsweise die im westlichen Tethysbereich (Spanien, S-Frankreich) verbreitete sog. „facies du Vimport" (SCHLAGINTWEIT 1987). Dieses „blooming" der Rotalgen im Alb wird mit dem evolutionären Zurücktreten der Dasycladaceen direkt in Verbindung gebracht (POIGNANT 1983 a).

Die peri-rezifalen Faziestypen (grainstones/rudstones) der externen Plattform des oberen Barrême (unteren Apt), die in den allodapischen Urgonkalken (grainstones, rudstones) der Thierseemulde (HAGN 1982) und des Klausbachgrabens der Langbathzone (SCHOLLHORN & SCHLAGINTWEIT 1991) umgelagert wurden, sind charakterisiert durch die Udoteaceen *Boueina hochstetteri* TOULA (Taf. 1, Fig. 10) und *Arabicodium aegagrapiloides* ELLIOTT sowie die Dasycladacee *Triploporella* gr. *marsicana* PRATURLON (Taf. 1, Fig. 11). In ihnen sind die Kalkalgenthalli oftmals zerbrochen und abgerollt, was ihre Bestimmung erschwert. Salpingoporellen sind relativ häufig in den Rudisten- und Foraminiferen-Biomikriten (wackestones, floatstones) der internen Plattform (Taf. 1, Fig. 5). Eine weitere typische Art dieser MF-Typen stellt *Cylindroporella* sp. (= *C. lyrata* MASSE & LUPERTO SINNI in SCHLAGINTWEIT 1991a: Taf. 19, Fig. 6-13, 15-16) dar (Taf. 1, Fig. 7-9, 14). In Übereinstim-

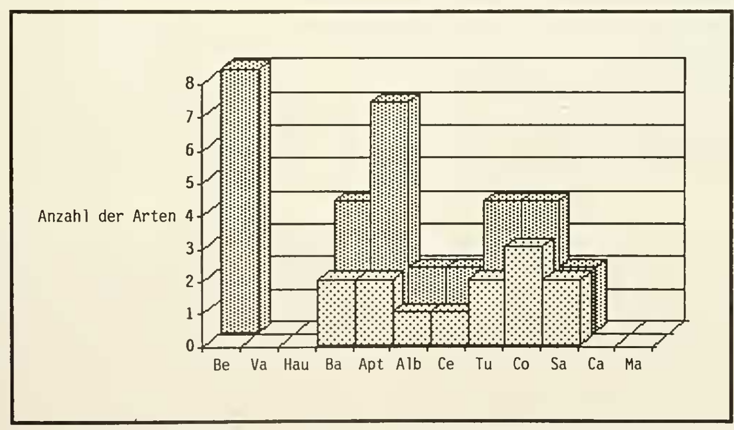


Abb. 2: Quantitative Verbreitung der Grünalgen in der kalkalpinen Kreide: Dasycladaceen (hintere Reihe) und Udoteaceen (vordere Reihe).

	Lerchkogelkalk	*Urgonkalke*	*Branderfleck-Schichten*	*Gosau-Schichtgruppe*
DASYCLADACEEN				
Clypeina jurassica FAVRE	X			
Clypeina ? solkani CONRAD & RADOICIC	X			
* *Cylindroporella sp., basaler Abschnitt*		X		
* *Dissocladella ? pyriformis SCHLAGINTWEIT*			X	X
Falsolikanella hammudai (RADOICIC)			?	X
* *Gen. et sp. indet.*		X		
Griphoporella sp.	X			
Griphoporella ? sp.			X	X
* *Heteroporella lepina PRATURLON*			X	
* *Macroporella ? aptiensis SOKAC*		X		
* *Macroporella ? praturloni DRAGASTAN*				
Neomeris cf. pfenderae KONISHI & EPIS		X	?	?
* *Neomeris gr. cretacea STEINMANN*		X	X	?
Neomeris sp.				X
* *Salpingoporella melitae RADOICIC*		X		
Salpingoporella muehlbergii (LORENZ)		X		
Salpingoporella pygmaea (GÜMBEL)	X	X		
Salpingoporella ? sellii (CRESCENTI)	X			
Salpingoporella annulata CAROZZI	X			
* *Supiluliumaella polyreme ELLIOTT*		X		
* *Trinocladus tripolitanus (RAINERI)*		X		
Triploporella gr. marsicana PRATURLON		X		
* *Zergabriella embergeri (BOUROULLEC & DELOFFRE)*				
UDOTEACEEN				
Arabicodium aegagrapiloides ELLIOTT		X		
* *Boueina hochstetteri TOULA*		X	?	?
Halimeda cf. elliotti CONARD & RIOULT			X	X
Halimeda sp.				X

Tab. 1: Grünalgeninventar der kalkalpinen Kreide.

mung mit neueren Arbeiten handelt es sich um Schnitte durch den basalen, sterilen Thallusabschnitt (engl.: stalk, franz.: tige) von Vertretern der Gattung *Cylindroporella* JOHNSON, 1954 (*C. barnesii* JOHNSON: CONRAD 1982, GRANIER 1988; *C. penduculata* (JAFFREZO): MASSE & LUPERTO SINNI 1989). Der keulenförmige, fertile obere Thallusabschnitt (engl.: stem, franz.: tête) ist auf Taf. 1, Fig. 14 partiell erhalten geblieben. Die Form ist auch aus den Urgonkalkgeröllen der Losensteiner-Schichten des Allgäus bekannt (GAUPP 1983: Taf. 1, Fig. 3: *Acroporella radoicicae* PRATURLON). Als weitere Art ist *Suppiluliumaella polyreme* ELLIOTT zu nennen, die sich in Biospariten (grainstones) mit Oberbarrême-Alter findet (Gerölle vom Florianiberg und Oberwössen; Taf. 1, Fig. 6). Die vorliegenden Bruchstücke der Typusart zeigen die dünnen primären Wirteläste mit den charakteristischen terminalen Schwellungen. Die sekundären Äste sind nicht vollständig in den Tangentialschnitten zu erkennen, jedoch werden sie durch die gerundeten, fingerförmigen Ausstülpungen markiert („glove-finger-like", ELLIOTT 1968).

Die bei SCHLAGINTWEIT (1991a) auf Taf. 19, Fig. 14 als *Gyroporella lukicae* SOKAĆ & VĚLIĆ abgebildete Dasycladacee ist aufgrund der phloiophoren Ausbildung der Wirteläste der von SOKAĆ (1989) aufgestellten Art „*Macroporella aptiensis*“ aus dem unteren Apt von Kroatien zuzuordnen (Taf. 1, Fig. 15). Für diese Alge ist aber auch eine Zugehörigkeit zur Gattung *Neomeris* LAMOUROUX zur Diskussion zu stellen. Ähnliche Formen mit seltenen und kleinen fertilen Ampullen sowie Wirtelästen, die sich distal geringfügig erweitern, sind von DIENI, MASSARI & RADOIČIĆ (1985) aus dem Paleozän von Sardinien beschrieben worden (z. B. *Neomeris* (*L.*) *grandis* DIENI, MASSARI & RADOIČIĆ).

In den Losensteiner-Schichten der kalkalpinen Randzone treten ebenfalls Gerölle von Urgonkalken auf, die von einem externen, nördlich gelegenen Liefergebiet herbezogen werden (GAUPP 1980). Unlängst wurde mit dem Auftreten der Orbitoline *Paracoskinolina? jourdanensis* FOURY & MOULLADE in einem dieser Gerölle unteres Barreme nachgewiesen (SCHLAGINTWEIT 1991 b). Diese Urgonfazies-Entwicklung setzt also etwas früher ein als in den Kalkalpeninternbereichen. Eine Mikrofaziesanalyse und systematische Bearbeitung des Faunen- und Floreninhaltes wäre in diesem Zusammenhang wünschenswert. Von den wenigen bislang untersuchten Geröllltypen stellen Dasycladaceen-Biomikrite mit *Salpingoporella melitae* RADOIČIĆ und *S. muehlbergii* (LORENZ) einen charakteristischen Faziestyp dar (Taf. 1, Fig. 5).

2.3 BRANDERFLECK-SCHICHTEN

Die totale stratigraphische Reichweite der Branderfleck-Schichten beträgt aufgrund von planktonischen Foraminiferen Cenoman - unteres Campan (WEIDICH 1982). In den weitverbreiteten, basalen Orbitolinen-Sandsteinen (unteres Cenoman) finden sich nur Reste von Corallinaceen und gelegentlich Bruchstücke von *Neomeris* sp. Grünalgen finden sich vor allem in Olistolithen (mittleres Cenoman-Turon, ?Coniac), die in Mergel der höheren Branderfleck-Schichten umgelagert auftreten (GAUPP 1980; SCHLAGINTWEIT & WEIDICH 1991; SCHLAGINTWEIT 1992). Einen Überblick über die verschiedenen Mikrofaziestypen der Cenoman/Turon-Olistolithe der Branderfleck-Schichten vermittelt die Arbeit von SCHLAGINTWEIT & WEIDICH (1991). Von den 12 unterschiedenen MF-Typen wurden Grünalgen (i. w. Dasycladaceen) in 7 Geröllltypen festgestellt.

Im mittleren/oberen Cenoman treten Dasycladaceen mit *Neomeris* gr. *cretacea* STEINMANN und *Heteroporella lepina* PRATURLON (Taf. 2, Fig. 8) in sandigen Biomikriten mit Bryozoen und sandschaligen Foraminiferen auf (Taf. 2, Fig. 5). In diesem Geröll-Faziestyp finden sich auch häufig Vertreter der Gymnocodiacee *Permocalculus* ELLIOTT (SCHLAGINTWEIT 1991 d). In rein karbonatischen Olistolithen mit Turon-Alter kommen *Trinocladus tripolitanus* RAINERI und *Dissocladella? pyriformis* SCHLAGINTWEIT in Dasycladaceen-Biomikriten assoziert vor (Taf. 2, Fig. 1). Letztere Art tritt in einem weiteren Faziestyp mit vermutlichem Turon-Alter gemeinsam mit *Halimeda* cf. *elliotti* CONARD & RIOULT auf (Taf. 2, Fig. 3). Beide Arten zusammen mit *Neomeris* sp. repräsentieren auch

Grünalgen-Assoziation	*Stratigraphie*	*Schichtgruppe*	*Faziestyp*	*typische Foraminiferen*
Zergabriella embergeri *Macroporella ? praturloni*	*Berrias*	*Lerchkogelkalk*	*lagunäre, küstennahe Brackwasserfazies*	*Anchispirocyclina lusitanica EGGER*
Triploporella gr. marsicana *Boueina hochstetteri* *Arabicodium aegagrapiloides*	*oberes Barreme (? unteres Apt)*	*Urgonkalke*	*riffnahe Fazies der externen Plattform*	*Palorbitolina lenticularis BLUMENBACH*
Salpingoporella melitae-muehlbergii *Cylindroporella sp.*	*oberes Apt*	*Urgonkalke*	*lagunäre Rudisten-Foraminiferen-Fazies, innere Plattform*	*Milioliden-Orbitolinen-Vergesellschaftung*
Heteroporella lepina *Neomeris gr. cretacea*	*mittleres/oberes Cenoman*	*Branderfleck - Schichten*	*offen-marin, mit klastischem Einfluß*	*Sandschaler, u.a. Charentia cuvillieri NEUMANN*
Trinocladus tripolitanus *Dissocladella ? pyriformis*	*Turon*	*Branderfleck - Schichten*	*rein karbonatische Kalkalgenfazies*	-
Dissocladella ? pyriformis *Neomeris sp./Halimeda cf. elliotti*	*unteres/mittleres Coniac*	*Gosau-Branderfleck Schichten*	*lagunäre Fazies*	*Milioliden, u.a. Vidalina hispanica SCHLUMB., Cuneolinen*
Falsolikanella hammudai *Permocalculus gosaviensis*	*unteres/mittleres Coniac*	*Gosau*	*Rudistenkalk- und Schuttfazies*	*Pseudocyclammina sphaeroidea GENDR., Dictyopsellen, Cuneolinen Montcharmontia appeninica DE C.*

Tab. 2: Typische Grünalgen-Vergesellschaftungen, ihre Fazies und stratigraphische Verbreitung.

die typische Algen-Vergesellschaftung in Mergelkalken des unteren/mittleren Coniac im Gosau-Vorkommen Pletzachalm, Tirol (Taf. 2, Fig. 2; vgl. 2. 4).

2.4 GOSAU-SCHICHTGRUPPE

In der Gosau-Schichtgruppe sind Grünalgen auf die Rudistenkalkkomplexe („Riff"- und -schuttkalke) und die direkt damit assozierten Faziestypen (lagunäre Mergelkalke) beschränkt. Einige dieser Buildup-Strukturen sind in ihrer Anlage tektonisch wahrscheinlich an Antiklinalstrukturen gebunden (Leiss 1988). Die isolierten Gosauvorkommen („Becken") weisen spezielle Faziesentwicklungen auf, die von dem jeweiligen Paläorelief, dem Subsidenzverhalten und Trans- und Regressionssequenzen abhängen (Wagreich 1991). Demzufolge markieren die Rudistenkalkkomplexe keinen isochronen Leithorizont und treten auch nicht in jedem Gosauvorkommen auf. Beispiele, denen die Informationen für diese Arbeit entstammen (vgl. Fig. 1), sind die Vorkommen Pletzachalm und Brandenberg („Atzl-Riff"), Lattengebirge („Krönner-Riff"), Pass Gschütt bei Gosau („Brunftloch"), Strobler Weißenbachtal am St. Wolfgangsee und Weißwasser/ Unterlaussa.

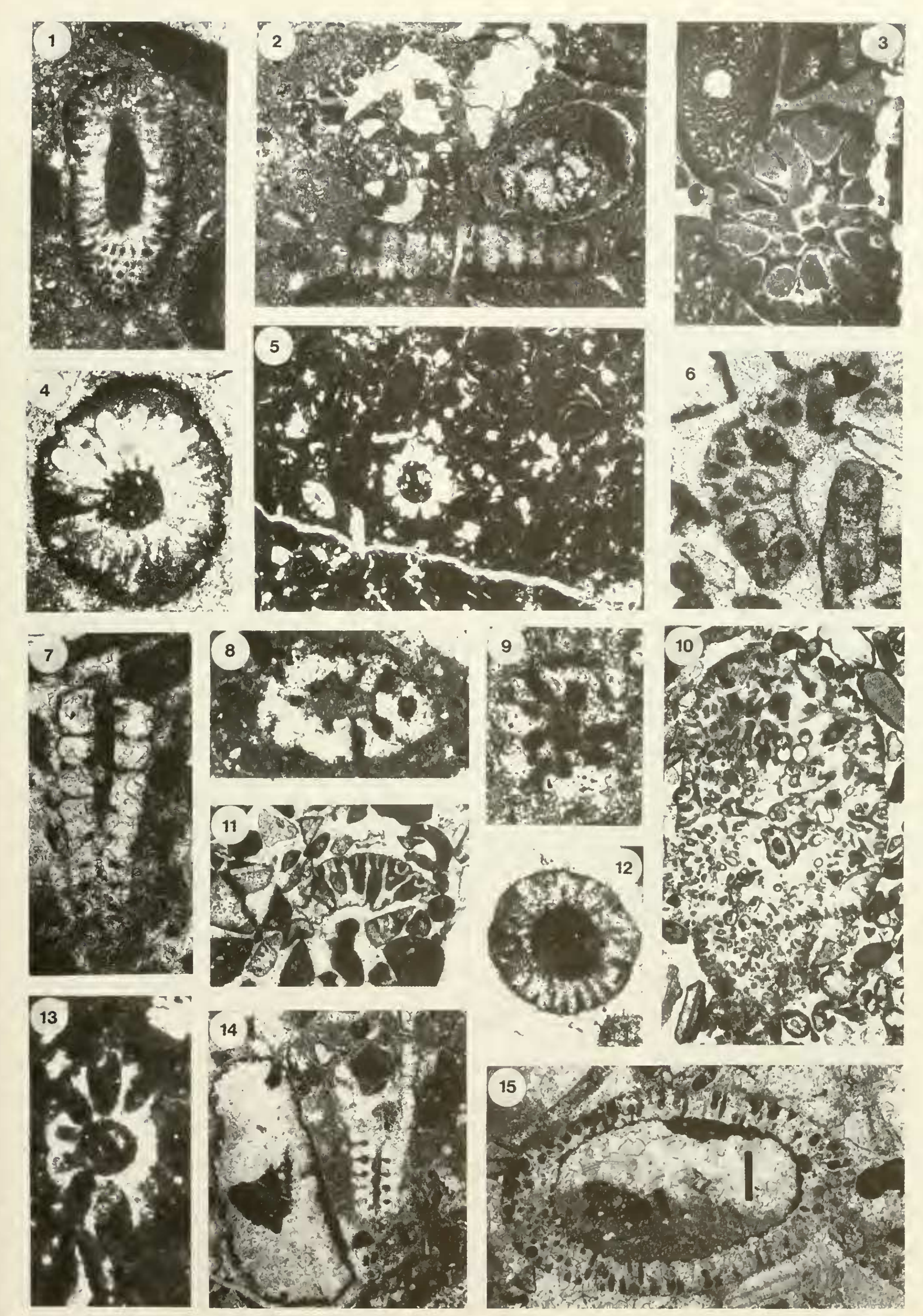
Typische Vertreter lagunärer Bereiche sind *Neomeris* sp. und *Dissocladella? pyriformis* Schlagintweit in Vergesellschaftung mit der Udoteacee *Halimeda* (Taf. 2, Fig. 2, 9). Demgegenüber erscheint *Falsolikanella? hammudai* (Radoičić) in den Rudistenkalken und den lateral assoziierten Schuttkalken (Taf. 2, Fig. 4, 7). *Dissocladella? pyriformis* Schlagintweit ist bislang nur aus der Oberkreide (Turon-Santon) der Gosau (Typlokalität: Pletzachalm/Rofan in Tirol) und der Branderfleck-Schichten (Typlokalität am Branderschrofen) sowie aus dem höheren Alb von Ägypten (Kuss & Schlagintweit 1988: *Trinocladus* sp., Taf. 19, Fig. 4-5; Kuss & Conrad 1991: *Dissocladella?* sp., Fig. 2.1-2.2) bekannt.

Im Campan-Maastricht sind als typische Flachwassergesteine einer südlichen Randfazies der höheren Gosau Orbitoiden-Lithothamnien-Sandsteine und Rotalgen-Bryozoen-Bioherme aus der Muttekopf-Gosau (Leiss 1988) und mit weiterer Verbreitung in den östlichen Gosau-Vorkommen bekannt (Faupl et al. 1987). Grünalgen werden aus diesen Gesteinen nicht gemeldet (vgl. Abb. 2). Aus der obersantonen-untercampanen Gosau-Gruppe des Miesenbachtales/Niederösterreich beschreiben Schlagintweit & Wagreich (1992) ein gehäuftes Auftreten der Kalkalge *Munieria grambasti sarda* Cherchi et al. in einer limnisch-brackischen Kalkfazies (Taf. 2, Fig. 6, 10). Ihre systematische Zugehörigkeit (Dasycladacee ?, Characee ?) ist nach wie vor umstritten, jedoch wird von vielen Bearbeitern eine Zugehörigkeit zu den Characeen favorisiert. Neben faziellen Gründen für das Fehlen von Grünalgen in diesem Zeitabschnitt reflektiert sich hier auch der allgemeine Artenrückgang der Dasycladaceen am Ende der Kreidezeit, was durch folgende Angaben von Poignant (1982, 1983 b) verdeutlicht wird:

Anzahl der Arten im Cenoman/ Anzahl der Arten im Turon:	1,2
Anzahl der Arten im Turon/ Anzahl der Arten im Coniac:	1,5
Anzahl der Arten im Coniac/ Anzahl der Arten im Santon:	1,25
Anzahl der Arten im Santon/ Anzahl der Arten im Campan:	1,14
Anzahl der Arten im Campan/ Anzahl der Arten im Maastricht:	0,58

Im Gegensatz hierzu ist aus dem paleozänen Kambühelkalk (Typlokalität: Kambühel, N Ternitz in Niederösterreich), der einen Rest eines ehemaligen alpin-karpatischen Riffgürtels darstellt (Tollmann 1976), eine reiche Dasycladaceenflora, u. a. *Belzungia silvestri* (Pfender), *Cymopolia* div. spec. und *Broeckella belgica* Morellet & Morellet (z. B. Tollmann 1976: Abb. 244-245), bekannt (Alpen: Pia 1918, Lein 1982; Karpaten: Bystrický 1976).

Tafel 1	Grünalgen der kalkalpinen Unterkreide
Fig. 1	*Macroporella? praturloni* Dragastan. - Schräger Längsschnitt; Lokalität: Dietrichshorn (Lerchkogelkalk, Berrias) (x 45).
Fig. 2	Kalkalgen-Foraminiferen-Onkoidkalk mit Everticyclamminen und Längsschnitt von *Salpingoporella annulata* Carozzi. - Lokalität: Dietrichshorn (Lerchkogelkalk, Berrias) (x 20).
Fig. 3	*Zergabriella embergeri* (Bouroullec & Deloffre) Granier. - Querschnitt mit Gabelung der Äste (Pfeil); links oben die Foraminifere *Anchispirocyclina lusitanica* Egger; Lokaliät: Dietrichshorn (Lerchkogelkalk, Berrias) (x 25).
Fig. 4	*Macroporella? praturloni* Dragastan. - Querschnitt; Lokalität: Dietrichshorn (Lerchkogelkalk, Berrias) (x 50).
Fig. 5	Dasycladaceen-Biomikrit (wacke- bis packstone) mit Querschnitten durch *Salpingoporella melitae* Radoičić/*Salpingoporella muehlbergii* (Lorenz). - Lokalität: Straßenaufschluß der Losensteiner-Schichten (Urgonkalkgeröll, Barreme-Apt) (x 25).
Fig. 6	*Suppiluliumaella polyreme* Elliott. - Tangentialschnitt in Biosparit (grainstone). Lokalität: Oberwössen (Urgonkalkgeröll, oberes Barrême) (x 30).
Fig. 7-9, 14	Verschiedene Schnittlagen durch den basalen, sterilen Thallusabschnitt von *Cylindroporella* sp. - Lokalität: Oberwössen (Urgonkalkgeröll, oberes Apt); (Fig. 7: x 30, Fig. 8-9: x 55, Fig. 14: x 15).
Fig. 10	Udoteacee *Boueina hochstetteri* Toula, mit Mikroproblematikum *Coptocampylodon fontis* Patrulius (in der Mitte) in Biosparit (grainstone). - Lokalität: Oberwössen (Urgonkalkgeröll, oberes Barrême-unteres Apt) (x 20).
Fig. 11	Biosparit (grainstone) mit Thallusrest von *Triploporella* gr. *marsicana* Praturlon. - Lokalität: Oberwössen (Urgonkalkgeröll, oberes Barrême) (x 21).
Fig. 12	Querschnitt von *Salpingoporella pygmaea* (Gümbel). - Lokaliät: Glemmbach/Thierseemulde (allodapischer Urgonkalk, oberes Barrême) (x 20).
Fig. 13	Schräger Querschnitt durch *Clypeina? solkani* Conrad & Radoičić. - Lokalität: Dietrichshorn (Lerchkogelkalk, Berrias) (x 77).
Fig. 15	*Macroporella? aptiensis* Sokač. - Tangentialschnitt, rechts Querschnitte der Rotalge *Agardhiellopsis cretacea* Lemoine. Lokalität: Oberwössen (Urgonkalkgeröll, oberes Apt/unteres Alb) (x 20).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

3. ZUSAMMENFASSUNG

In den Nördlichen Kalkalpen steht die Diversifikation von Grünalgen in der Kreide in ursächlichem Zusammenhang mit dem synorogenen Sedimentationsgeschehen, welches das Auftreten der für ihre Verbreitung günstigen Milieubedingungen auf wenige Abschnitte limitierte. So erscheinen sie in vorherrschend karbonatischen Flachwassergesteinen innerhalb verschiedener transgressiver Sedimentationszyklen, wobei sie in den siliziklastisch beeinflußten Fazien zurücktreten (z. B. im Alb-Cenoman). Im Vergleich mit vielen anderen Vorkommen im mediterranen Raum ist die alpine Kreide - im Gegensatz zur Trias - für die Entwicklung von Grünalgen ein ungünstiger Zeitabschnitt gewesen, was sich an der geringen Anzahl von Arten insgesamt widerspiegelt. Endemische Florenelemente sind in dem Gesamtinventar weder bei den Dasycladaceen noch bei den Udoteaceen nachweisbar.

SCHRIFTENVERZEICHNIS

Bassoullet, J.-P., Bernier, P., Conrad, M.-A., Deloffre, R. & Jaffrezo, M. (1978): Les algues Dasycladales du Jurassique et du Crétacé. - Géobios, mém. spéc., 2: 1-330, 40 Taf.; Lyon.

Bystricky, J. (1976): Genus *Dactylopora* Lamarck, *Digitella* Morellet & Morellet und *Broeckella* Morellet & Morellet (Dasycladaceae, Algae) in Kalken des Paleozäns der Westkarpaten. - Geol. Zborn. Slov. Akad. Vied., 27: 247-272; Bratislava.

Conrad, M.-A. (1982): Comments on *Korkyrella* and other new Dasycladaceae. - Rev. Paléobiol., **1** (1): 1-3, 1 Taf.; Genf.

Darga, R. & Schlagintweit, F. (1991): Mikrofazies, Paläontologie und Stratigraphie der Lerchkogelkalke (Tithon-Berrias) des Dietrichshorns (Salzburger Land, Nördliche Kalkalpen). - Jb. Geol. B.-A., **134** (2): 205-226, 2 Abb., 4 Tab., 4 Taf.; Wien.

Dieni, I., Massari, F. & Radoicic, R. (1985): Palaeocene Dasycladacean alga from Orosei (Eastern Sardinia). - Mem. Sci. Geol., 38: 1-77, 12 Abb., 5 Tab., 22 Taf.; Padua.

Elliott, G. F. (1968): Three new Tethyan Dasycladaceae (calcareous algae). - Paleontology., **11** (4): 491-497, Taf. 93-95; London.

Faupl, P., Pober, E. & Wagreich, M. (1987): Facies development of the Gosau group of the eastern part of the Northern Calcareous Alps during the Cretaceous and the Paleogene. - In: Flugel, H. W. & Faupl, P. (Hrsg.), Geodynamics of the Eastern Alps: 143-155, 3 Abb., 1 Tab.; Wien (Deuticke).

Ferneck, F. A. (1962): Stratigraphie und Fazies im Gebiet der mittleren Saalach und des Reiteralm-Gebirges. - Unveröff. Diss. TH München, 107 S., 33 Abb., 19 Profile, 1 geol. Karte; München.

Gaupp, R. (1980): Sedimentpetrographische und stratigraphische Untersuchungen in den oberostalpinen Mittelkreide-Serien des Westteiles der Nördlichen Kalkalpen. - Diss. TU München, 282 S., 100 Abb.; München.

Gaupp, R. (1983): Die paläogeographische Bedeutung der Konglomerate in den Losensteiner Schichten (Alb, Nördliche Kalkalpen). - Zitteliana, 10: 155-171, 7 Abb., 2 Taf.; München.

Granier, B. (1988): Algues chlorophyceae du Jurassique terminal et du Crétacé inférieur en Alicante. - Mediterranea, Ser. Est. Geol., 5: 5-96, 12 Abb., 4 Tab., 12 Taf.; Alicante.

Hagn, H. (1982): Neue Beobachtungen in der Unterkreide der Nördlichen Kalkalpen (Thierseer Mulde SE Landl, Kalkalpine Randschupe SW Bad Wiessee). - Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 22: 117-135, 3 Abb., 2 Taf.; München.

Hagn, H. (1985): Tertiär von Oberaudorf. - In: Wolff, H. (Hrsg.), Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25 000, Blatt 8338 Bayrischzell: 100-113, Abb. 26-33; München (Geol. L.-A.).

Hahn, F. (1910): Geologie der Kammerkör-Sonntagshorngruppe (Teil 1 und 2). - Jb. Geol. B.-A., 60: 311-420, 20 Abb., Taf. 16-17 (Teil 1), 637-712, 16 Abb., Taf. 20-26 (Teil 2); Wien.

Harloff, J. (1989): Neue Fundstellen allodapischer Kalke in der Unterkreide der Thierseemulde (Nördliche Kalkalpen, Tirol). - Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 29: 277-293, 6 Abb., 1 Taf.; München.

Klinghardt, F. (1939): Das geologische Alter der Riffe des Lattengebirges (Süd-Bayern). - Z. dt. geol. Ges., **91** (2): 131-140, 2 Abb., Taf. 2-3; Berlin.

Tafel 2 Grünalgen der kalkalpinen Oberkreide

Fig. 1 Dasycladaceen-Biomikrit mit Querschnitt von *Trinocladus tripolitanus* Raineri. - Lokalität: Höllgräben b. Linderhof (Olistolith, Branderfleck-Schichten, Turon) (x 42).

Fig. 2 Dasycladaceen-Udoteaceen-Biomikrit mit *Dissocladella*? *pyriformis* Schlagintweit (Mitte oben) und *Neomeris* sp. (darunter) sowie Resten von *Halimeda* sp. - Lokaliät: Pletzachalm (Gosau Schichtgruppe, unteres/mittleres Coniac) (x 20).

Fig. 3 *Halimeda* cf. *elliotti* Conard & Rioult in sparitischem bis mikrosparitischem Sandstein. - Lokalität: Höllgräben b. Linderhof (Olistolith, Branderfleck-Schichten; Turon ?) (x 49).

Fig. 4, 7 Rudistenschuttkalk (floatstone) mit Resten von *Falsolikanella*? *hammudai* (Radoičić). - Lokalität: Pletzachalm (Gosau-Schichtgruppe; unteres/mittleres Coniac) (x 20).

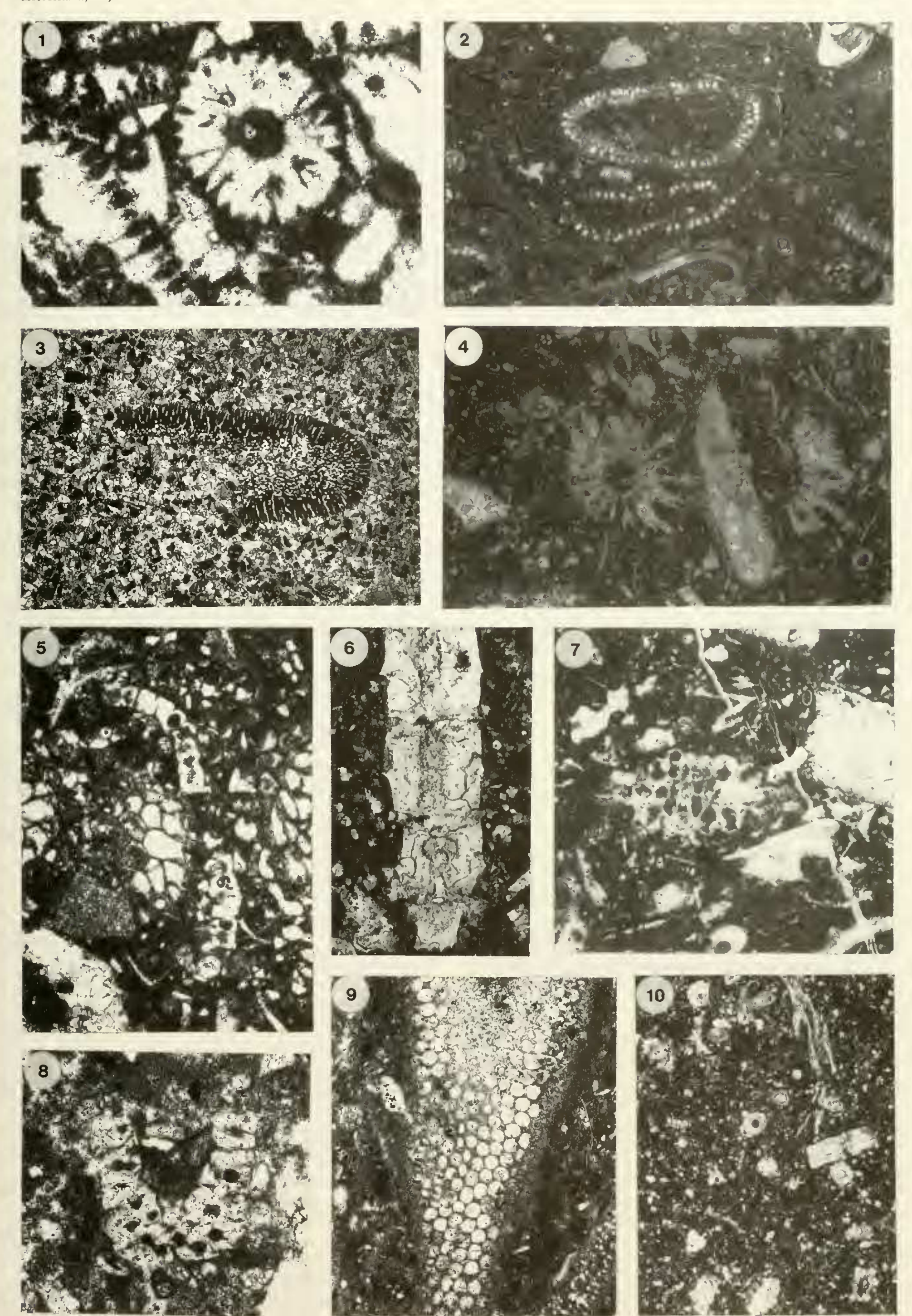
Fig. 5 Sandiger Bryozoenbiomikrit mit Resten von *Neomeris* gr. *cretacea* Steinmann. - Lokalität: Urschlauer Aachen (Olistolith, Branderfleck-Schichten, mittleres/oberes Cenoman) (x 26).

Fig. 6 Längschnitt durch *Munieria grambasti sarda* Cherchi, Schroeder & Gušić (Dasycladacee ?, Characee ?). - Lokalität: Miesenbachtal (Gosau-Schichtgruppe; oberes Santon/tieferes Campan) (x 63).

Fig. 8 Tangentialschnitt durch *Heteroporella lepina* Praturlon. - Lokalität: Urschlauer Achen (Olistolith, Branderfleck-Schichten, mittleres/oberes Cenoman) (x 40).

Fig. 9 Tangentialschnitt durch *Dissocladella*? *pyriformis* Schlagintweit. - Lokalität: Pletzachalm (Gosau Schichtgruppe, unteres/mittleres Coniac) (x 52).

Fig. 10 Biomikrit mit Resten von *Munieria grambasti sarda* Cherchi, Schroeder & Gušić. - Lokalität: Miesenbachtal (Gosau-Schichtgruppe; oberes Santon/unteres Campan) (x 16,5).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

KUSS, J. & CONRAD, M. A. (1991): Calcareous algae from Cretaceous carbonates of Egypt, Sinai, and Southern Jordan. - J. Paleont., 65 (5): 869-882, 6 Abb.; London.

KUSS, J. & SCHLAGINTWEIT, F. (1988): Facies and stratigraphy of early to middle Cretaceous (late Aptian-early Cenomanian) strata from the northern rim of the African craton (Gebel Maghara-Sinai, Egypt). - Facies, 19: 77-96, 6 Abb., Taf. 18-20; Erlangen.

LEIN, R. (1982): Vorläufige Mitteilung über ein Vorkommen flyschoider Gosau mit Komponenten paleozäner Riffkalke in den Mürztaler Alpen. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 28: 121-132; Wien.

LEISS, O. (1988): Die Kontrolle des Sedimentationsgeschehens und der Biofazies durch evolutive orogenetische Prozesse in den Nördlichen Kalkalpen am Beispiel von Gosauvorkommen (Coniac-Santon). - Documenta naturae, 43: 95 S., 72 Abb., 18 Tab., 3 Taf.; München.

MASSE, J.-P. & LUPERTO SINNI, E. (1989): *Cylindroporella lyrata*, nouvelle espèce de Dasycladale de l'Aptien inférieur du domaine Périméditerranéen nord-occidental. - Rev. Micropal., 32 (1): 30-39, 2 Abb., 2 Taf.; Paris.

OTT, E. (1967): Dasycladaceae (Kalkalgen) aus der nordalpinen Obertrias. - Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 7: 205-226; München.

PIA, J. VON (1918): Dasycladaceae. - In: TRAUTH, F., Das Eozänvorkommen bei Radstadt im Pongau, K. Akad. Wiss., 95: 171-278; Wien.

PÉLISSIÉ, T., PEYBERNÈS, B. & REY, J. (1982): Tectonique des plaques et paléobiogéographique des grands Foraminifères benthiques et des Algues Calcaires du Dogger à l'Albien sur le pourtour de Mésogée. - Bull. Soc. géol. France, (7), 24 (5-6): 1069-1076, 3 Abb.; Paris.

POIGNANT, A.-F. (1982): Les Algues Turoniennes. - Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., N. S., Sér. C., 49: 197-202; Paris.

POIGNANT, A.-F. (1983 a): Les Algues Crétacées (Barrémien à Coniacien). - Zitteliana, 10: 309-312; München.

POIGNANT, A.-F. (1983 b): Les algues sénoniennes: aspects évolutifs. - Géol. Méditerr., 10 (3-4): 239-241; Marseille.

SCHÖLLHORN, E. & SCHLAGINTWEIT, F. (1990): Allodapische Urgonkalke (Oberbarreme-Oberapt) aus der Unterkreide-Schichtfolge der Langbathzone (Nördliche Kalkalpen, Oberösterreich). - Jb. Geol. B.-A., 133 (4): 635-651, 7 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Wien.

SCHLAGINTWEIT, F. (1987): Allochthone Urgon-Kalke aus Konglomeraten der basalen Gosau (Coniac) von Oberwössen (Chiemgau/ Nördliche Kalkalpen). - Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 27: 145-158, 2 Abb., 2 Taf.; München.

SCHLAGINTWEIT, F. (1990): Taxonomic revision of *Likanella hammudai* RADOIČIĆ, 1975, dasycladacean alga from the Upper Cretaceous of the Northern Calcareous Alps (Gosau Formation, Coniacian). - Rev. Paléobiol., 9 (2): 257-261, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Genf.

SCHLAGINTWEIT, F. (1991a): Allochthone Urgonkalke im Mittleren Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen: Fazies, Paläontologie und Paläogeographie. - Münchner Geowiss. Abh., 20: 1-120, 37 Abb., 6 Tab., 19 Taf.; München.

SCHLAGINTWEIT, F. (1991 b): Neritische Oberjura- und Unterkreide-Kalkgerölle aus den Losensteiner-Schichten (Alb-Cenoman) der Typlokalität Stiedelsbachgraben (Oberösterreich; Nördliche Kalkalpen). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 37: 83-95, 4 Abb., 2 Taf.; Wien.

SCHLAGINTWEIT, F. (1991 c): On the occurrence of the genus *Permocalculus* ELLIOTT, 1955 (Calcareous alga, Gymnocodiacea) in the Upper Cretaceous of the Northern Calcareous Alps (Gosau Formation, Branderfleck Formation) with a description of *Permocalculus gosaviensis* n. sp. - Rev. Paléobiol., 10 (1): 35-44, 2 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Genf.

SCHLAGINTWEIT, F. (1992): Further record of calcareous algae (Dasycladaceae, Udoteaceae, Solenoporaceae) from the Upper Cretaceous of the Northern Calcareous Alps (Gosau Formation, Branderfleck Formation). - Rev. Paléobiol., 11 (1): 1-12, 2 Abb., 3 Tab., 2 Taf.; Genf.

SCHLAGINTWEIT, F. & WAGREICH, M. (1992): Über ein Vorkommen von *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al. in der obersantonen-untercampanen Gosau-Gruppe des Miesenbachtales (Niederösterreich). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr, 38: 21-29, 4 Abb., 1 Taf.; Wien.

SCHLAGINTWEIT, F. & WEIDICH, K. F. (1991): Fazies, Alter und Herkunft kretazischer Olistolithe (Alb-Turon) der Branderfleck-Schichten (Cenoman-Coniac) der Lechtal-Decke in den Nördlichen Kalkalpen. - Z. dt. geol. Ges., 142: 229-249, 2 Abb., 5 Taf.; Hannover.

SOKAĆ, B. (1989): *Macroporella aptiensis* n. sp. (calcareous algae; Dasycladales) from the peri-reefal Lower Aptian Limestones in western Croatia. - Geol. vjesnik, 42: 1-6, 2 Taf.; Zagreb.

TOLLMANN, A. (1976) Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. - 508 S., 256 Abb., 3 Taf.; Wien (Deuticke).

TOLLMANN, A. (1987 a): Late Jurassic/Neocomian gravitational tectonics in the Northern Calcareous Alps in Austria. - In: FAUPL, P. & FLUGEL, H. (Hrsg.), Geodynamic evolution of the Eastern Alps, 112-125, 6 Abb.; Wien (Deuticke).

TOLLMANN, A. (1987 b): Neue Wege in der Ostalpengeologie und die Beziehungen zum Ostmediterran. - Mitt. österr. geol. Ges., 80: 47-113, 11 Abb., 1 Tab., 1 Falttaf.; Wien.

WAGREICH, M. (1991): Subsidenzanalyse an kalkalpinen Oberkreideserien der Gosau-Gruppe (Österreich). - Zbl. Geol. Paläont., 1990 (11): 1645-1657, 2 Abb.; Stuttgart.

WAGREICH, M. & SCHLAGINTWEIT, F. (1990): Urgonkalkgerölle aus den Konglomeraten der Lilienfelder Gosau (Oberkreide; NÖ Kalkvoralpen). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 36: 147 bis167, 2 Taf.; Wien.

WEIDICH, K. F. (1984 a): Über die Beziehungen des „Cenomans" zur Gosau in den Nördlichen Kalkalpen und ihre Auswirkungen auf die paläogeographischen und tektonischen Vorstellungen. - Geol. Rdsch., 73 (2): 517-566, 11 Abb.; Stuttgart.

WEIDICH, K. F. (1984 b): Feinstratigraphie, Taxonomie planktonischer Foraminiferen und Palökologie der Foraminiferengesamtfauna der kalkalpinen tieferen Oberkreide (Untercenoman-Untercampan) der Bayerischen Alpen. - Bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abh., N.F. 162: 1-151, 51 Abb., 21 Taf.; München.

WEIDICH, K. F. (1990): Die kalkalpine Unterkreide und ihre Foraminiferenfauna. - Zitteliana, 17: 1-312, 30 Abb., 31 Tab., 62 Taf.; München.